



HATIER CH2 P 53 CORRECTION

Exercice 33

- 1.a. Les réactifs sont le zinc, qui est un réducteur, et les ions H^+ , qui sont oxydant. Le réactif qui subit une oxydation est donc le zinc, Zn, et le réactif qui joue le rôle d'un oxydant est l'ion H^+ .
- 1.b. Couple H^+/H_2 : $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$
 Couple Zn^{2+}/Zn : $Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Zn_{(s)}$
 Les réactifs sont Zn et $H^+ \Rightarrow Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$
2. Les ions chlorure ne participent pas à la réaction. Ce sont des ions spectateurs. Leur quantité de matière reste donc constante tout au long de la réaction. L'évolution de leur quantité de matière est donc représentée par la courbe verte.
 Les ions zinc, Zn^{2+} , et le dihydrogène, H_2 , sont les produits de la réaction. Leur quantité de matière augmente donc au cours de la réaction. Par ailleurs leurs coefficients stœchiométriques sont les mêmes. Les évolutions de leurs quantités de matière respectives sont donc identiques, représentées par la même courbe croissante rouge.
 Le zinc et les ions H^+ sont les réactifs. Leur quantité de matière diminue donc au cours de la réaction. Par ailleurs le coefficient stœchiométrique devant les ions H^+ est 2x plus important que le coefficient stœchiométrique devant le zinc. La quantité de matière d'ions H^+ diminue donc 2x plus vite que la quantité de matière de zinc. L'évolution de la quantité de matière de zinc est donc représentée par la courbe décroissante rouge et l'évolution de la quantité de matière d'ions H^+ est représentée par la courbe décroissante bleue.
 Rq : On constate que la pente de la courbe décroissante rouge et la pente de la courbe croissante rouge ont la même valeur. Cela est cohérent avec le fait que les coefficients stœchiométriques sont les mêmes pour le zinc, les ions Zn^{2+} et le dihydrogène.

Exercice 35

a. $SO_{2(g)} + 2H_2S_{(g)} \rightarrow 3S_{(s)} + 2H_2O_{(l)}$

	$SO_{2(g)}$	$2H_2S_{(g)}$	\rightarrow	$3S_{(s)}$	$+$	$2H_2O_{(l)}$	Avancement (mol)
EI	n_1	n_2		0		0	0
	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$					
E_{int}	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$		$3x$		$2x$	x
EF	$n_1 - x_{max}$	$n_2 - 2x_{max}$		$3x_{max}$		$2x_{max}$	x_{max}
	$1,0 \cdot 10^{-2}$	0		$6,0 \cdot 10^{-2}$		$4,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$

- c. Le réactif limitant est le premier consommé.
 Deux hypothèses :
- Soit SO_2 est le réactif limitant. On a alors $n_1 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = n_1 = 3,0 \cdot 10^{-2}$ mol
 - Soit H_2S est le réactif limitant. On a alors $n_2 - 2x_{max} = 0$
 $\Rightarrow x_{max} = \frac{n_2}{2} = \frac{4,0 \cdot 10^{-2}}{2} = 2,0 \cdot 10^{-2}$ mol
 $2,0 \cdot 10^{-2} < 3,0 \cdot 10^{-2} \Rightarrow x_{max} = 2,0 \cdot 10^{-2}$ mol. Le réactif limitant est le sulfure d'hydrogène, H_2S .
- d. Cf. dernière ligne du tableau d'avancement.

Exercice 37

- Équation de la réaction : $C_2H_4O_2 + C_2H_6O \rightarrow C_4H_8O_2 + H_2O$
 $n_1 = n_2 = n = 1,0$ mol
- Tableau d'avancement :



	$C_2H_4O_2$	+	C_2H_6O	\rightarrow	$C_4H_8O_2$	+	H_2O	avancement (mol)
El	n		n		0		0	0
	1,0		1,0					
E_{int}	$n - x$		$n - x$		x		x	x
EF	$n - x_{max}$		$n - x_{max}$		x_{max}		x_{max}	x_{max}
	0		0		1,0		1,0	1,0

$$n_1 = n_2 = n = 1,0 \text{ mol}$$

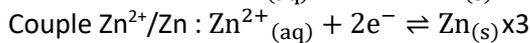
- Détermination de x_{max} : $n - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = n = 1,0 \text{ mol}$

Si la transformation est totale, on devrait obtenir 1,0 mol de chacun des 2 produits.

Or on n'obtient que 0,67 mol de chacun des 2 produits à la fin de la réaction. La transformation n'est donc pas totale.

Exercice 52 : Mélange stœchiométrique

- a. Couple Fe^{3+}/Fe : $Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Fe_{(s)}$ x2



Les réactifs sont les ions Fe^{3+} et le zinc, $Zn \Rightarrow 2Fe^{3+}_{(aq)} + 3Zn_{(s)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3Zn^{2+}_{(aq)}$

b.	$2Fe^{3+}_{(aq)}$	+	$3Zn_{(s)}$	\rightarrow	$2Fe_{(s)}$	+	$3Zn^{2+}_{(aq)}$	Avancement (mol)
El	n_1		n_2		0		0	0
	2,0.10 ⁻²		3,0.10 ⁻²					
E_{int}	$n_1 - 2x$		$n_2 - 3x$		2x		3x	x
EF	$n_1 - 2x_{max}$		$n_2 - 3x_{max}$		$2x_{max}$		$3x_{max}$	x_{max}
	0		0		2,0.10 ⁻²		3,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻²

- c. Si le mélange est stœchiométrique, les 2 réactifs sont limitants simultanément :

$$n_1 - 2x_{max} = 0 \quad (1) \quad \text{et} \quad n_2 - 3x_{max} = 0 \quad (2)$$

$$(2) \Rightarrow x_{max} = \frac{n_2}{3} = \frac{3,0 \cdot 10^{-2}}{3} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

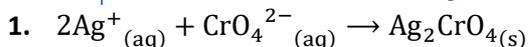
$$\Rightarrow (1) : n_1 = 2x_{max} = 2 \times 1,0 \cdot 10^{-2} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_1 = c_1 V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{n_1}{c_1} = \frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{0,10} = 2,0 \cdot 10^{-1} \text{ L} = 2,0 \cdot 10^2 \text{ mL}$$

- d. Bilan de matière : cf. dernière ligne du tableau d'avancement

$$c = \frac{n_{Zn^{2+}f}}{V_1} = \frac{3,0 \cdot 10^{-2}}{2,0 \cdot 10^{-1}} = 0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Exercice 53 : Précipitation du chromate d'argent



- 2.a. Sur le graphe, l'évolution de la quantité de matière de réactifs est représentée par les courbes décroissantes (la quantité de matière des réactifs diminue au cours de la transformation). Par lecture graphique, on peut donc déterminer leurs quantités de matière initiales respectives :

$$n_{Ag^+i} = n_{CrO_4^{2-i}} = n = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

2.b.	$2Ag^+_{(aq)}$	+	$CrO_4^{2-}_{(aq)}$	\rightarrow	$Ag_2CrO_{4(s)}$	avancement (mol)
El	n		n		0	0
	1,0.10 ⁻²		1,0.10 ⁻²			
E_{int}	$n - 2x$		$n - x$		x	x
EF	$n - 2x_{max}$		$n - x_{max}$		x_{max}	x_{max}
	0		5,0.10 ⁻³		5,0.10 ⁻³	5,0.10 ⁻³

D'après le tableau d'avancement, les ions argent sont consommés 2x plus rapidement que les ions chromate. L'évolution de la quantité de matière d'ions argent au cours de la transformation correspond donc à la courbe verte alors que l'évolution de la quantité de matière d'ions chromate au cours de la transformation correspond à la courbe rouge.



Le chromate d'argent est le produit de la réaction. Sa quantité de matière augmente donc au cours de la transformation. Son évolution correspond donc à la courbe bleue.

- 2.c. Le réactif limitant est celui dont la courbe d'évolution de la quantité de matière atteint 0 en premier. Il s'agit donc des ions argent. Par lecture graphique, l'avancement maximal est la valeur de x pour laquelle cette courbe atteint 0 : $x_{\max} = 5,0 \cdot 10^{-3}$ mol.
- 2.d. Cf. dernière ligne du tableau d'avancement
Rq : La composition finale du système peut également être obtenue par lecture graphique (Ordonnées des points lorsque $x = x_{\max} = 5,0 \cdot 10^{-3}$ mol)

Exercice 56 : Synthèse d'un ester

1. Équation de la réaction : $C_2H_4O_2 + C_5H_{12}O \rightarrow C_7H_{14}O_2 + H_2O$

2. $n_1 = \frac{m_1}{M(C_2H_4O_2)} = \frac{\rho_1 V_1}{M(C_2H_4O_2)} = \frac{1,05 \times 30}{60,0} = 0,53$ mol

$n_2 = \frac{m_2}{M(C_5H_{12}O)} = \frac{\rho_1 V_1}{M(C_5H_{12}O)} = \frac{0,81 \times 33}{88,0} = 0,30$ mol

	$C_2H_4O_2$	+	$C_5H_{12}O$	\rightarrow	$C_7H_{14}O_2$	+	H_2O	avancement (mol)
EI	n_1		n_2		0		0	0
	0,53		0,30					
E _{int}	$n_1 - x$		$n_2 - x$		x		x	x
EF	$n_1 - x_{\max}$		$n_2 - x_{\max}$		x_{\max}		x_{\max}	x_{\max}
	0,23		0		0,30		0,30	0,30
EF _{exp}	$n_1 - x_f$		$n_2 - x_f$		x_f		x_f	x_f
	0,33		0,10		0,20		0,20	0,20

- a. Détermination de x_{\max} : 2 hypothèses
- L'acide éthanóique est le réactif limitant : $n_1 - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = n_1 = 0,53$ mol
 - L'alcool isoamylique est le réactif limitant : $n_2 - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = n_2 = 0,30$ mol
- $0,30 < 0,53 \Rightarrow x_{\max} = 0,30$ mol
- b. D'après le tableau d'avancement, $x_f = n = n' = 0,20$ mol
Pour la composition finale du système à l'état final, cf. le tableau d'avancement : lignes en rouge
4. $x_f \neq x_{\max} \Rightarrow$ La transformation n'est pas totale

Exercice 60 : Synthèse d'un ester

a. Couple ClO^-/Cl_2 : $2ClO^-_{(aq)} + 4H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

Couple Cl_2/Cl^- : $Cl_{2(g)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-_{(aq)}$

Les réactifs sont l'ion hypochlorite, ClO^- et l'ion chlorure, Cl^-

L'équation de la réaction est donc $2ClO^-_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + 4H^+_{(aq)} \rightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

En simplifiant : $ClO^-_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

b. $ClO^-_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ av^t (mol)

EI	n_1	n_1	n_2	0	0	0
E _{int}	$n_1 - x$	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	x	x	x
EF	$n_1 - x_{\max}$	$n_1 - x_{\max}$	$n_2 - 2x_{\max}$	x_{\max}	x_{\max}	x_{\max}

c. D'après la définition du pourcentage en chlore actif d'une eau de Javel, 100 g d'eau de Javel à 5,5 % en chlore actif libère 5,5 g de dichlore gazeux : $m_{Cl_2} = 5,5$ g

$\Rightarrow n = \frac{m_{Cl_2}}{M(Cl_2)} = \frac{5,5}{2 \times 35,5} = 7,7 \cdot 10^{-2}$ mol

d. D'après le tableau d'avancement, $x_{\max} = n = 7,7 \cdot 10^{-2}$ mol

Or, l'eau de Javel étant constituée d'un mélange équimolaire d'ions hypochlorite et d'ions chlorure, on a $n_1 - x_{\max} = 0 \Rightarrow n_1 = x_{\max} = 7,7 \cdot 10^{-2}$ mol

e. D'après ce qui précède, $m_{Cl_2} = nM(Cl_2) = n_1M(Cl_2)$



$$\Rightarrow m'_{\text{Cl}_2} = n'_1 M(\text{Cl}_2) = 7,5 \cdot 10^{-2} \times 2 \times 35,5 = 5,3 \text{ g}$$

Le pourcentage en chlore actif de cette eau de Javel est donc de 5,3 %, ce qui n'est pas conforme à la valeur annoncée par le fabricant.

Pour aller plus loin : Exercice 62 : Oxydoréduction en milieu basique

- 1.a.** Couple $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}_2\text{O}$: $2\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{O}_{(\text{s})} + 2\text{H}^+_{(\text{aq})}$
 Couple $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-/\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$: $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 3\text{H}^+_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- 1.b.** Les réactifs sont les ions cuivre, Cu^{2+} , et le propanal, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$. L'équation de la réaction est donc :
 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 2\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 5\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Cu}_2\text{O}_{(\text{s})}$
- 1.c.** $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 2\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 5\text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 5\text{H}^+_{(\text{aq})} + 5\text{HO}^-_{(\text{aq})} + \text{Cu}_2\text{O}_{(\text{s})}$
- 1.d.** $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 2\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 5\text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{Cu}_2\text{O}_{(\text{s})}$
- 1.e.** $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 2\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 5\text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + \text{Cu}_2\text{O}_{(\text{s})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- 2.a.** Couple Ag^+/Ag : $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}_{(\text{s})}$ x2
 Couple $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-/\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$: $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 3\text{H}^+_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- 2.b.** $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 2\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 3\text{H}^+_{(\text{aq})} + 2\text{Ag}_{(\text{s})}$
 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 2\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 3\text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 3\text{H}^+_{(\text{aq})} + 3\text{HO}^-_{(\text{aq})} + 2\text{Ag}_{(\text{s})}$
 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 2\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 3\text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 2\text{Ag}_{(\text{s})}$
 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 2\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + 3\text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-_{(\text{aq})} + 2\text{Ag}_{(\text{s})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

Exercice 65 : Traitement des oxydes d'azote

- 1.a.** $2\text{NO}_2 + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 1.b.** $n_1 = \frac{m_1}{M(\text{NO}_2)} = \frac{460 \cdot 10^{-3}}{46,0} = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
- 1.c.** $2\text{NO}_2 + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ avancement (mol)
- | | | | | | | |
|------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| El | n_1 | n_2 | n_3 | 0 | 0 | 0 |
| E_{int} | $n_1 - 2x$ | $n_2 - 4x$ | $n_3 - x$ | $3x$ | $6x$ | x |
| EF | $n_1 - 2x_{\text{max}}$ | $n_2 - 4x_{\text{max}}$ | $n_3 - x_{\text{max}}$ | $3x_{\text{max}}$ | $6x_{\text{max}}$ | x_{max} |
- 1.d.** Le dioxygène vient de l'air environnant. Il est donc en excès.
 On veut transformer la totalité du dioxyde d'azote $\Rightarrow n_1 - 2x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = \frac{n_1}{2}$
 On veut déterminer la quantité de matière MINIMALE d'ammoniac à engager :
 $n_2 - 4x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow n_2 = 4x_{\text{max}} = 4 \times \frac{n_1}{2} = 2n_1 = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol (mol. km}^{-1}\text{)}$
 En ne prenant pas en compte le dioxygène, le mélange sera alors stœchiométrique.
- 2.a.** D'après l'équation de la réaction de décomposition de l'urée en ammoniac, $n_2 = 2n_1$
 $\Rightarrow n = \frac{n_2}{2} = \frac{2,00 \cdot 10^{-2}}{2} = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol (mol. km}^{-1}\text{)}$
- 2.b.** $m = nM(\text{urée}) = 1,00 \cdot 10^{-2} \times 60,0 = 0,600 \text{ g (g. km}^{-1}\text{)}$
 $\frac{m'}{m} = \frac{100}{32,5} \Rightarrow m' = \frac{100}{32,5} m = \frac{100}{32,5} \times 0,600 = 1,85 \text{ g (g. km}^{-1}\text{)}$
- 2.c.** $V' = \frac{m'}{\rho'} = \frac{1,85 \cdot 10^{-3}}{1,09} = 1,69 \cdot 10^{-3} \text{ L (L. km}^{-1}\text{)}$
 $d = \frac{V_{\text{bidon}}}{V'} = \frac{10}{1,69 \cdot 10^{-3}} = 5,9 \cdot 10^3 \text{ km}$